Lane Medical Library

Beiträge

zur

Kenntniss der Nervenzellen

in den peripheren Ganglien.

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doctorwürde

einer hohen medizinischen Fakultät zu Bern

vorgelegt von

Helene Koneff

aus St. Petersburg.

Aus dem anatomischen Institute der Thierarzneischule in Bern.

Bern

Buchdruckerei Paul Haller

1886.

Beiträge

zur

Kenntniss der Nervenzellen

in den peripheren Ganglien.

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doctorwürde

einer hohen medizinischen Fakultät zu Bern

vorgelegt von

Helene Koneff

aus St. Petersburg.

Aus dem anatomischen Institute der Thierarzneischule in Bern.

Bern

Buchdruckerei Paul Haller

1886.

Auf Antrag von Prof. *Gasser* von der Fakultät zum Drucke genehmigt.

Bern, den 20. Juli 1886.

M. NENCKI
z. Z. Dekan.

Beiträge zur Kenntniss der Nervenzellen

in den

peripheren Ganglien

von

Helene Koneff aus St. Petersburg.

Aus dem anatomischen Institute der Thierarzneischule in Bern.

Vorgelegt in der Sitzung der Naturf. Gesellsch. vom 22. Mai 1886 durch Hrn. Prof. **Flesch.**

Einleitung.

Die nachfolgenden Mittheilungen enthalten die thatsächlichen Ergebnisse von Untersuchungen, welche an den Spinalganglien und dem Ganglion *Gasseri* verschiedener Thiere vorgenommen wurden. Es sollte die Frage beantwortet werden, ob gewisse Verschiedenheiten in der Form und Struktur, sowie in der Tinktionsfähigkeit der Nervenzellen, die am mikroskopischen Präparate unter den verschiedensten Verhältnissen zur Beobachtung gelangen, Ausdruck einer verschiedenen Beschaffenheit dieser Zellen oder Produkt der Vorbehandlung seien.

Dass nahe zusammenliegende Nervenzellen in den verschiedensten Abschnitten des centralen Nervensystemes ein ungleiches Bild darbieten, ist alt und von vielen Autoren erwähnt und diskutirt. Wir nennen von bezüglichen

Arbeiten, indem wir eine genauere Literaturstudie einer späteren Arbeit vorbehalten, die Publikationen von *Mauthner*[1]) und *Stieda*[2]), welche sich mit der Beschaffenheit der Nervenzellen im Rückenmarke des Hechtes befasst und bezüglich der Bedeutung jener Differenzen eine Controverse geführt haben. *Mauthner* wollte die von ihm gefundenen Unterschiede mit physiologischen Unterscheidungen in Zusammenhang bringen. *Stieda* trat ihm entgegen und fand hierbei die Zustimmung *Köllikers*[3]).

Eine ausführliche wichtige Behandlung hat in neuerer Zeit *Ganser*[4]) den besprochenen Verschiedenheiten in seiner Untersuchung des Maulwurfsgehirnes gewidmet. Am Kleinhirn hat *Beevor*[5]) die uns beschäftigende Thatsache berührt. Viele Andere haben dieselbe gesehen, selbst abgebildet, z. B. *Kölliker*[6]), *Flemming*[7]), erwähnen aber der Unterschiede in der Besprechung nicht. Andere berühren einzelne Punkte aus der Reihe charakteristischer

---

[1]) *Mauthner.* Beiträge zur nähern Kenntniss der morphologischen Elemente des Nervensystems (Auszug aus einer für die Denkschriften bestimmten Abhandlung). Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Math. Naturw. Classe, 39. Band, Seite 583.

[2]) *Stieda.* Citirt nach: Jahresberichte über die Fortschritte der Anatomie nnd Physiologie im Jahre 1861, Seite 52.

[3]) *Kölliker.* Handbuch der Gewebelehre des Menschen, 5. Auflage, Seite 255.

[4]) *Ganser.* Vergleichend anatomische Studien über das Gehirn des Maulwurfs. Morphologisches Jahrbuch, 7. Band, S. 591.

[5]) *Beevor.* Die Kleinhirnrinde. Archiv für Physiologie, herausgegeben von Du-Bois-Reymond. Jahrgang 1883 (Physiologische Abtheil.), Seite 363.

[6]) *Kölliker,* L. C. Fig. 194, 200.

[7]) *Flemming,* W. Vom Bau der Spinalganglienzellen. Festschrift für Henle, Seite 12—25, Tafel 1, 1882.

Differenzen (*Schwalbe*[1]), *Toldt*[2]), beispielsweise *Schwalbe* das Vorkommen grosser und kleiner Zellen im Ganglion Acustici. Eine einheitliche Behandlung der von diesen Autoren erzielten Ergebnisse ist indessen fast unmöglich, weil weder dieselben Methoden seitens derselben angewendet, noch auch kritische Vergleichungen an gleichartig behandelten Theilen des Nervensystemes eines Thieres aus verschiedenen Regionen vorgenommen sind. Aus allerneuester Zeit liegt eine kritische Besprechung über Verschiedenheiten der Struktur- und Tinktionsverhältnisse der Nervenzellen im Rückenmarke von *Kreyssig*[3]) vor; seine Untersuchungen konstatiren das normale Vorkommen der uns beschäftigenden Differenzen. Die von *Kreyssig* gezogenen Schlüsse (er ist geneigt, die Tinktionsunterschiede als Leichenerscheinung aufzufassen) können indessen nicht als endgültige angesehen werden.

Die von uns vorgenommenen Untersuchungen knüpfen an einige Beobachtungen des Hrn. Professor *Flesch*, deren erste Ergebnisse er in kurzen Notizen[4]) publizirt hat, an.

Durch Untersuchungen an frischen Präparaten, sowie

---

[1]) *Schwalbe.* Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane, 2. Lieferung, erste Hälfte, Seite 329.

[2]) *Toldt.* Lehrbuch der Gewebelehre, Seite 310.

[3]) *Kreyssig.* Ueber die Beschaffenheit des Rückenmarkes bei Kaninchen und Hunden nach Phosphor- und Arsenikvergiftungen nebst Untersuchungen über die normale Struktur desselben. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und klinische Medicin, herausgegeben von *Virchow*, 102. Band, S. 286.

[4]) *Flesch.* Tageblätter der Naturforscher-Versammlungen zu Magdeburg, Seite 196 und Strassburg, Seite 412; soweit dieselben von Mittheilungen von *Kreyssig* berührt werden, finden sie sich ausserdem besprochen in einer von Herrn Prof. *Flesch* und mir gemeinsam veröffentlichten Notiz: *Flesch* und *Koneff.* Bemerkungen über die Struktur der Ganglienzellen. Neurologisches Zentralblatt, 1886, 1. April.

durch Anwendung einiger Methoden, mittelst deren die Demonstration der uns beschäftigenden Differenzen erleichtert war, glauben wir den endgültigen Beweis erbringen zu können, dass an den normalen Ganglienzellen Struktur-Verschiedenheiten bestehen, welche eine ungleiche Neigung zur Imprägnation mit gewissen Farbstoffen und eine Ungleichheit des Aussehens an den postmortal veränderten Zellen bedingen.

Untersuchungsmaterial und Methoden.

Unser Beobachtungsmaterial bilden in erster Linie die Nervenzellen peripherer Ganglien. Wir haben untersucht an erwachsenen Thieren das Ganglion *Gasseri* und Spinalganglien des Menschen, des Affen (Hapalemur silvanus), der Katze, des Fuchses, des Kaninchens, des Pferdes, des Rindes und des Schweines.

Zu Vergleichen haben wir herangezogen eine grössere Zahl von Präparaten des Rückenmarkes und des Gehirnes verschiedener Thiere und des Menschen. Vom Sympathicus haben wir Vergleichpräparate bei dem Menschen und dem Pferde dargestellt. Weitere Vergleichobjekte, namentlich mit Rücksicht auf etwaige Altersverschiedenheiten gaben uns das Ganglion *Gasseri* des Kalbes, Spinalganglien eines 40 cm langen Rindsembryo und eines siebenjährigen Kindes. Einen Theil des Materiales (des Menschen) erhielten wir von Herrn Prof. *Langhans*. Ihm, sowie Herrn cand. med. vet. *Neuenschwander*, Assistent an dem anatomischen Institute der Thierarzneischule in Bern, welcher mir vielfach bei der Präparation des Thiermateriales behülflich war, sei hier mein Dank ausgesprochen.

Die Untersuchungsmethoden, deren ich mich bediente, waren keine wesentlich neuen. In erster Linie

habe ich Gewicht darauf gelegt, das Material so schnell als möglich nach der Tödtung des Thieres zu entnehmen; weitaus die schönsten Präparate und die schärfsten Differenzirungen haben wir da erhalten, wo schon wenige Minuten nach dem Tode des Thieres zur Präparation geschritten werden konnte (Kaninchen, Fuchs, Pferd). Schon aus der Thatsache allein, dass bei diesen Thieren gewisse, bei den anderen häufig auftretende Erscheinungen (Vacuolenbildung und Loslösung der Zelle von der Kapsel) fehlen, können wir zu dem Schlusse kommen, dass wir in den letzteren die Folgen postmortaler Veränderungen zu erkennen haben.

Die Härtung der Objekte haben wir meistens mit *Müller*'scher Flüssigkeit ausgeführt. Unser gewöhnliches Schema war zehntägiges Liegen jener Präparate bei Brüttemperatur, danach Dunkelbehandlung in Alkohol nach Hans *Virchow* [1]), Durchtränkung mit Celloidin, Färbung der Schnitte nach dem von *Flesch* modifizirten *Weigert*schen Verfahren [2]) oder nach der *Merkel*'schen [3]) von *Bayerl* [4]) abgeänderten Methode der simultanen Imbibition mit Karmin und indigschwefelsaurem Natron unter Nachbehandlung mit Oxalsäure, Einschluss in Dammarfirniss oder Kanadabalsam. Zur Ergänzung dienten Präparate, die

---

[1]) *Virchow.* Ueber die Einwirkung des Lichtes auf Gemische von chromsauren Salzen (resp. Chromsäure), Alcohol und extrahirten organischen Substanzen. Technische Mittheilung, Archiv für mikr. Anatomie, Band 24, 1885, Seite 117—119.

[2]) *Flesch,* M. Zur *Weigert*'schen Hämatoxylinfärbung des centralen Nervensystemes. Zeitschrift für wissenschaftl. Mikroskopie, Band I, Seite 564.

[3]) *Merkel.* Technische Notizen in: Untersuchungen aus dem anatomischen Institut zu Rostock. (Leipzig 1884, Seite 98 f.)

[4]) *Bayerl.* Die Entstehung rother Blutkörperchen im Knorpel am Ossifikationsrande (Arch. f. mikroskop. Anat., Bd. 23, Heft 1, Seite 30—45).

in Osmiumsäure oder Salpetersäure gehärtet waren; erstere wurden in 1% Lösung mit 12 bis 24stündiger Einwirkung und nachfolgendem Auswaschen, Letztere in 3%iger Lösung mit nachfolgender Extraktion in 70% Alkohol bis zur neutralen Reaktion des letzteren angewendet. Einzelne unserer älteren Präparate waren noch nach Extraktion in Wasser allmäliger Alkoholhärtung unterworfen, ohne dass die Differenzirung ausgeblieben wäre. — Färbungen haben wir noch vorgenommen mit neutraler Karminlösung, mit *Delafield*'schem Hämatoxylin[1]), Saffranin, Gentianaviolet (*Hermann*'sches Kernfärbungverfahren), Säurefuchsin und Methylenblau, (*Sahli*[2]), Osmiumsäure. Gentianaviolet-Färbung wurde speziell auf Salpetersäurepräparate angewendet. Sie bewährte sich gut, während die Saffraninfärbung uns im Stiche liess. Am sichersten erwiesen sich die beiden ersten der genannten Tinktionen. Als vortheilhaft zeigte sich, namentlich an den der *Merkel*'schen Doppelfärbung unterworfenen Präparaten, Untersuchung bei Lampenlicht mit Einschaltung eines dunklen Rauchglasplättchens zwischen Spiegel und Präparat. Die Absorption eines Theiles der blauen Strahlen liess roth gefärbte Zellen heller hervortreten als die blauen, welche nunmehr in dunkelgrauem Ton erschienen. Ungefärbte Präparate in Glycerin oder Balsameinschluss wurden zur Untersuchung im polarisirten Lichte hergestellt. Mittelst des Gefriermikrotomes angefertigte Schnitte frischer Präparate vom Schweine dienten zur Kontrolle des an gehärteten Objekten beobachteten.[3])

[1]) Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskop., Bd. 2, S. 55 u. 288.

[2]) *Sahli, H.* Ueber eine neue Doppelfärbung des centralen Nervensystemes. Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie, Bd. 2, Heft 1, S. 1.

[3]) Ausführlicheres über die verwendeten Methoden enthalten «Notizen zur Technik mikroskopischer Untersuchungen am centralen Nervensystem» von Herrn Prof. *Flesch* in «Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie», Bd. 3, 1. Heft, Seite 49—52.

Untersuchungsergebnisse.

1. *Beobachtungen am frischen Ganglion Gasseri des Kalbes.*

Gelegentliche Untersuchungen des in Kochsalzlösung zerzupften, frischen Ganglion *Gasseri* des Kalbes, welche Herr Prof. *Flesch* vorgenommen hat, zeigen eine ungleiche Durchsichtigkeit der in der Flüssigkeit frei schwimmenden Zellen. Einzelne derselben erscheinen in Folge dessen deutlich dunkler als andere, ohne dass jedoch ein unmittelbarer Gegensatz zwischen beiden bestände.

2. *Beobachtungen an Gefrierschnitten des Ganglion Gasseri und der Spinal-Ganglien des Schweines.*

Untersucht man das Ganglion *Gasseri* des Schweines an Schnitten des gefrorenen Objektes frisch in Kochsalzlösung, so zeigen die Zellen sehr wesentliche Verschiedenheiten; ein Theil erscheint dunkler, ziemlich grobkörnig; ihr Kern ist im Allgemeinen gleichmässig gross; er präsentirt sich als ein mattgrauer, mehr körniger Fleck; in demselben liegt, meistens excentrisch, ein verhältnissmässig grosses Kernkörperchen; die Begrenzung des Kernes gegen die Umgebung ist ziemlich scharf: sie erscheint an vielen Zellen fein gezähnt. Neben den dunklen, granulirten Zellen finden sich andere, welche, am frischen Präparate wenigstens, blasser aussehen; dieselben sind feiner granulirt; die Granulirung ist indessen wesentlich weniger gleichmässig, indem einzelne dunklere Körnchen zwischen die helleren eingestreut sind; die Begrenzung des Kernes ist eine helle glänzende Linie; die Substanz des Kernes erscheint körnig; es können sich zwei excentrisch gelegene Kernkörperchen finden. Der Gegensatz zwischen beiden Zellformen ist am frischen Präparate weniger auffällig, weil sich Zellen finden, welche in der Granulirung die Mitte halten. Es überwiegen die dunkleren Zellen.

Von bemerkenswerthen Abweichungen von den beschriebenen Formen verzeichnen wir: Anhäufungen glänzender dunkler Körnchen an einem Ende der elliptischen Zellen; sie finden sich vorwiegend in den grösseren Zellen. Häufiger in den grossen als in den kleinen zeigt sich ferner der Kern in seiner Umgrenzung unregelmässig, zackig oder selbst sternförmig. Die Form der Zellen in den Schnitten ist rund oder oval, zuweilen auch spindelförmig. Die Grösse der beiden Zellformen ist äusserst verschieden. Die grösste Axe des Kernes fällt nicht immer mit der Längenaxe der Zelle zusammen, ebenso wenig besteht ein konstantes Verhältniss zwischen der Form der Zelle und jener des Kernes, so dass beispielsweise in einer Zelle, deren Länge zur Breite sich verhält wie 5 : 4 (52 : 42) ein fast runder Kern mit zwei Kernkörperchen, dessen Länge zur Breite sich verhält wie 16 : 15, gelegen ist.

An Spinalganglien des Schweines finden sich ähnliche Unterschiede bezüglich der Zellen, wie sie vom Ganglion *Gasseri* beschrieben sind. Analog sind auch die Verhältnisse der Kerne.

Sehr eigenthümlich gestalten sich die Verhältnisse nach längerer Einwirkung der Chlornatriumlösung. Der Kern ist als solcher nicht mehr sichtbar. An seiner Stelle findet sich ein stark lichtbrechender, dunkel begrenzter, runder oder elliptischer Raum, von welchem aus fast strahlenartig Spalten in das Zellprotoplasma vordringen. In der Höhle liegt ein Häufchen granulirter Substanz, welches dieselbe nur zum kleinsten Theil ausfüllt, scharf begrenzt erscheint und noch deutlich das oder die Kernkörperchen enthält. Untersuchung der Zellen mit Oelimmersion zeigt, dass das Kernkörperchen nicht homogen ist, sondern eine Körnung aufweist, die bei mittlerer Vergrösserung nicht sichtbar wird; die feine Zähnelung

der Kernkontur erscheint viel schärfer; derart, dass man den Eindruck einer gefalteten Membran hat.

3. *Untersuchung an gehärteten Präparaten.*

A. An *ungefärbten, in Glycerin eingelegten* Schnitten des in *Müller*'scher Flüssigkeit und später in Alkohol conservirten Ganglion *Gasseri* vom Pferde lässt sich eine verschiedene Helligkeit der Zellen ebenso wie am frischen Präparate konstatiren. Da die an solchen erhaltenen Bilder in vieler Hinsicht hinter tingirten zurückstehen, so beschränken wir uns darauf, zu konstatiren, dass Differenzen bestehen und fügen nur noch hinzu, dass Untersuchungen im polarisirten Lichte keinerlei Unterschied beider Zellformen ergaben, dass auch in Kanadabalsam eingeschlossene Schnitte Doppelbrechung weder an den Zellen noch an den darin enthaltenen Pigmentkörnern erkennen liessen. Mit *Müller*'scher Flüssigkeit behandelte Präparate pflegen ja im Allgemeinen zur Demonstration der Polarisationserscheinungen weniger geeignet zu sein. Da wir indessen an den vorliegenden Objekten die Polarisationserscheinungen der Nerven in vorzüglichster Weise erkennen konnten, so besteht für uns kein Grund, die Brauchbarkeit unserer Präparate zu bezweifeln. Dass auch an den Pigmentkörnern die Doppelbrechung fehlte, führe ich an, weil nach Mittheilung von Herrn Prof. *Flesch* die gelben Pigmentkörner in der Haut von Reptilien bei gleicher Vorbehandlung theilweise exquisite Doppelbrechung zeigen. Ausführliche mikrochemische Untersuchungen sollen der Dissertation des Frl. *Kotlarewsky* vorbehalten bleiben.

B. *An in Müller'scher Flüssigkeit gehärteten und mit Weigert'scher Hämatoxylinlösung behandelten Schnitten* der sämmtlichen untersuchten Objekte fanden wir die Zellen in sehr ungleicher Weise gefärbt. Ein Theil derselben erscheint an günstigen Präparaten hellgelb oder

fast farblos; andere zeigen eine mehr oder weniger deutlich ausgesprochene hellbraune oder dunkelbraune Tinktion. Es fehlt diese Differenz an keinem der untersuchten Ob-

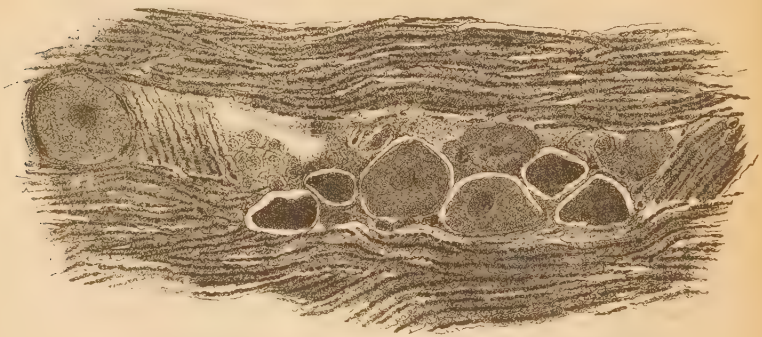

Fig. 1. Aus einem Spinal-Ganglion der Katze; mit Hämatoxylin nach *Weigert*'s Methode tingirtes Präparat. Harnack, Syst. VII, Oc. I. Kurzer Tubus.

jekte. Sie ist weniger deutlich am Sympathikus, als an den Spinalganglien und am Ganglion *Gasseri*. Es ist diese Verschiedenheit eine so charakteristische, dass wir uns erlauben wollen, die beiden Zellformen als «chromophile» und «chromophobe» Zellen zu bezeichnen. Der letztere Name sei jedoch ausdrücklich für die auch noch durch andere Eigenschaften kenntlichen, namentlich durch ihre Grösse ausgezeichneten, ganz hellen Zellen reservirt. Die Vertheilung der hellen und der dunkleren Zellen variirt an einzelnen Stellen eines Präparates, sowie an Präparaten verschiedener, demselben Thiere entnommener Ganglien. Die Schwankungen innerhalb eines Präparates werden in den folgenden Tabellen ihren Ausdruck finden. Zählt man nämlich eine grössere Anzahl von Zellen eines Objektes, so ergibt sich ein konstantes Verhältniss zwischen der Zahl der hellen und dunklen Zellen, welches je nach dem untersuchten Objekte wechselt.

Zählungen der dunkeln (d) und hellen (h) Nervenzellen im Ganglion Gasseri und in Spinalganglien verschiedener Säugethiere.

Species.	Mensch.				Affe.				Katze.				Fuchs.				Kaninchen.				Pferd.				Ochs.				Schwein.			
Ganglien-Nomenklatur.	G. Gass.		G. Spin.		G. Gass.		G. Spin.		G. Gass.		G. Spin.		G. Gass.		G. Spin.		G. Gass.		G. Spin.		G. Gass.		G. Spin.		G. Gass.		G. Spin.		G. Gass.		G. Spin.	
Art der N.-Zellen.	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h
1.	35	10	26	20	64	8	36	15	65	16	50	35	55	8	41	14	50	19	38	29	44	10	30	13	57	16	22	12	34	6	42	1
2.	21	7	30	17	61	9	30	12	22	5	33	11	41	9	42	10	26	8	20	14	45	7	45	15	49	11	17	8	32	4	32	15
3.	25	6	21	10	36	3	26	12	38	8	49	20	51	9	50	13	28	10	25	12	30	6	17	7	57	16	29	17	34	3	31	14
4.	26	6	15	7	44	5	28	15	25	5	41	18	49	8	36	13	35	17	28	15	33	6	21	17	54	11	24	10	42	5	28	14
5.	31	8	33	15	60	6	25	12	29	9	40	27	46	6	41	9	34	13	27	12	39	4	22	12	99	18	27	15	41	4	29	18
6.	36	7	23	16	54	5	45	20	24	8	35	14	48	6	45	15	33	12	23	11	34	7	25	15	43	11	18	9	36	6	39	19
7.	33	8	15	10	45	5	16	9	38	7	—	—	59	10	44	16	49	12	32	19	45	6	24	15	63	12	24	14	41	5	47	24
8.	25	8	13	10	43	6	25	13	50	13	—	—	39	4	53	12	35	8	51	31	57	12	33	18	50	4	19	10	41	8	36	17
9.	25	8	30	17	49	5	24	10	32	9	—	—	54	10	50	18	28	9	50	30	47	8	20	10	46	8	25	12	35	5	39	18
10.	30	9	18	9	60	10	20	9	44	10	—	—	61	12	39	10	30	11	41	19	40	5	29	12	40	9	22	12	34	6	24	15
Summe	287	77	224	131	514	62	275	127	367	90	248	125	503	82	441	130	345	119	335	193	414	71	266	134	558	115	227	119	373	52	347	175
Gesammtzahl der Zellen	364		355		578		402		457		373		585		571		464		528		485		400		673		346		425		522	
Prozentzahl der hellen Zellen.	21 %		37 %		10 %		31,5 %		20 %		34 %		14 %		23 %		23 %		37 %		14,5 %		33,5 %		17 %		34 %		12 %		33,5 %	

Aus der vorstehenden Tabelle lassen sich einige interessante Resultate entnehmen. Zunächst sehen wir, dass durchweg die Menge der dunklen über die der hellen Zellen überwiegt. Dabei ist allerdings zu beobachten, dass ausdrücklich alle zweifelhaften Zellen, die nicht ganz hell waren, als dunkel gezählt werden. Da, wo die Differenzirung besonders scharf ist, könnte man allenfalls eine besondere Kategorie halbdunkler Zellen aufstellen. Wir haben dies bei dem Fuchs ausgeführt und gefunden, dass etwa die Hälfte der dunkleren Zellen zu den Mittelformen zu rechnen ist.

Ein äusserst charakteristischer Unterschied zeigt sich bei einer Anzahl von Thieren zwischen den Spinalganglien und dem Ganglion *Gasseri* in der Weise, dass die Zahl der hellen Zellen in dem letzteren eine relativ geringere ist als in den Spinal-Ganglien.

Prozentzahlen der hellen Zellen (h) im G. Ganglion Gasseri und in Spinalganglien.

	G. Gasseri	Sp.-Ganglien
Mensch	21%	37%
Affe	10%	31,5%
Katze	20%	34%
Fuchs	14%	23%
Kaninchen	23%	37%
Pferd	14,5%	33,5%
Ochs	17%	34%
Schwein	12%	33,5%

Wir haben weiter uns die Frage aufgeworfen, ob zwischen der Zahl der chromophilen und chromophoben Zellen in Spinalganglien aus verschiedenen Regionen ein typischer Unterschied bestehe. Zählungen haben ergeben,

dass jedenfalls keine so grosse Differenz, wie zwischen dem *Gasser*'schen Ganglion und den Spinalganglien besteht.

Zählung der Nervenzellen an Spinalganglien verschiedener Regionen.

Region	Kaninchen h. Z.	Schwein h. Z.
Lenden	32%	33,5%
Brust	37%	
Hals	35%	31%

Wir haben weiter zu entscheiden gesucht, ob die Zeit. welche nach dem Tode verflossen ist, auf die Proportion beider Zellen von Einfluss ist. Zählungen an symmetrischen Ganglien desselben Thieres, von welchen das eine sofort nach dem Tode, das andere nach einigen Stunden entnommen war, ergeben folgende Tabelle, welche beweist, dass ein solcher Einfluss sicher verneint werden kann.

Vergleichende Zählungen über den Einfluss des Absterbens.

	Kaninchen frisch n. d. Tode	Kaninchen 8 Stunden n. d. Tode
	Ganglion Gasseri	
Ganglion Gasseri	24%	24%
	Spinal-Ganglion	
Hals	35%	36%
Brust	37%	35%
Lenden	32%	32%

Besonders interessant ist der Einfluss des Alters. Die folgende Tabelle zeigt nebeneinander die Ergebnisse der Zählungen von *G. Gasseri* des Kalbes und des Ochsen.

Vergleichszählungen über den Einfluss des Lebensalters am G. Gasseri des Rindes.

	Ochs		Kalb	
	d.	h.	d.	h.
	57	16	33	20
	49	11	30	17
	57	16	41	24
	54	11	29	13
	99	18	44	17
	43	11	33	18
	63	12	23	13
	50	4	30	20
	46	8	31	17
	40	9	35	18
Summe	558	115	329	177
Gesammtzahl	673		506	
Prozentzahl der hellen Zellen	17 %		35 %	

Das interessante Resultat dieser Zählungen scheint darauf hinzuweisen, dass im jugendlichen Alter das Mengenverhältniss ein anderes ist, als bei erwachsenen Thieren. Bestätigt schien dies durch Vergleichsergebnisse der Zählungen beim erwachsenen Menschen und beim 7-jährigen Kinde. Bei der Beurtheilung mussten wir indessen in Betracht ziehen, dass ohnehin an den Spinal-Ganglien die Zahl der hellen Zellen eine verhältnissmässig hohe ist, dass ferner die Wachsthumsveränderungen in dem verglichenen Zeitraume (7. Lebensjahr und Reife) kaum so grosse sein dürften, als die vom 14tägigen Kalbe bis zum ausgewachsenen Ochsen. Endlich wird unser Resultat beeinflusst durch die nicht sehr günstige Beschaffenheit des Materiales; da nämlich alle nicht ausgesprochen hellen Zellen den dunklen zugerechnet worden sind, so

dürfte die gefundene Zahl der letzteren eher zu gross als zu klein erscheinen. Indessen haben wiederholte Zählungen gezeigt, dass die Präparate nicht genügend scharf differenzirt waren, um konstante Resultate zu ergeben. Es musste daher die Untersuchung dieser Frage weiterer Beobachtung vorbehalten bleiben.

An den Spinal-Ganglien eines 40 cm langen Rindsembryo konnten wir uns überzeugen, dass bereits die Differenzirung existirt; indessen sind nur wenige Zellen ausgesprochen hell und scheinen ganz dunkle zu fehlen. Es ist schwer zu entscheiden, ob Letzteres vielleicht mit einer zu geringen Intensität der Färbung zusammenhängt. Am ehesten wird vielleicht der Befund so zu deuten sein, dass wir in den dunkleren Zellen beim Embryo eine indifferente Embryonalform zu sehen haben (entsprechend vielleicht den Mittelformen beim erwachsenen Thier), aus welcher dann die sich gegenüberstehenden Charaktere sich entwickeln.

C. *Die Präfung der mittelst der Weigert'schen Methode erzielten Ergebnisse durch anderweitige Färbungen* bestätigte die Ergebnisse der ersteren. Wir konstatiren bei Färbungen mittelst der *Merkel'schen* Lösung analoge Differenzen in der Tinktionsfähigkeit der Zellen. Indessen gestaltet sich die Sache komplizirter insofern, als die Differenz sich nicht blos in der Helligkeit des Farbentones, sondern auch in einer Prädilektion beider Zellformen für je eine der beiden in der Mischung enthaltenen Farben manifestirt. Wir finden dunkelblau oder graublau gefärbte Zellen neben blass rosenroth tingirten. An Stelle der halbdunkel erscheinenden Zellen der Hämatoxylinpräparate treffen wir die verschiedensten Mischtöne. — Die verschiedenen *Kernfärbemitlel* imprägnirten sämmtlich am Nervengewebe den Zellkörper. An den

speziell mit Rücksicht auf Kernfärbung in Salpetersäure gehärteten Präparaten finden wir den Kern, von gewissen später zu besprechenden Spezialfällen abgesehen, als hellen, in dem tingirten Protoplasma gelegenen Fleck, aber an allen Präparaten gelingt es, die Differenzen der Tinktionsfähigkeit an verschiedenen Zellen nachzuweisen. *Osmiumsäure* auf ganz frische Ganglien angewendet (Kaninchen, Schwein) wird von den chromophilen Zellen weit stärker reduzirt als von den anderen.

D. *Grösse der Zellen.* Zwischen den beiden besprochenen Zellformen besteht ein wesentlicher Unterschied. Die ganz hellen sind neben der schwachen Färbung noch durch einige andere Formverhältnisse — Beschaffenheit des Kernes, Schichtung des Protoplasma's, Beziehung zur Kapsel — ausgezeichnet; sie sind durchwegs die grössten, welche in dem Präparate vorhanden sind. In der folgenden Tabelle sind eine Anzahl von Messungen wiedergegeben.

A. Messungen an Nervenzellen des Ganglion Gasseri.

	Fuchs				Ochs				Kalb			
	Dunkle Zellen		Helle Zellen		Dunkle Zellen		Helle Zellen		Dunkle Zellen		Helle Zellen	
	Länge	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite
1.	57,6 μ	54 μ	86,4 μ	68,4 μ	93,6 μ	64,8 μ	111,6 μ	97,2 μ	82,8 μ	54 μ	93,6 μ	93,6 μ
2.	68,4 „	54 „	64,8 „	61,2 „	90 „	72 „	108 „	90 „	61,2 „	39,6 „	90 „	82,8 „
3.	46,8 „	46,8 „	79,2 „	64,8 „	108 „	79,2 „	104,4 „	93,6 „	75,6 „	54 „	104,4 „	100,8 „
4.	50,4 „	28,8 „	90 „	72 „	108 „	72 „	86,4 „	86,4 „	72 „	50,4 „	72 „	64,8 „
5.	50,4 „	36 „	75,6 „	75,6 „	75,6 „	54 „	104,4 „	104,4 „	79,2 „	64,8 „	97,2 „	75,6 „
6.	57,6 „	54 „	90 „	86,4 „	93,6 „	72 „	97,2 „	93,6 „	86,4 „	75,6 „	108 „	97,2 „
7.	57,6 „	46,8 „	86,4 „	61,2 „	90 „	72 „	90 „	90 „	79,2 „	54 „	86,4 „	76 „
8.	57,6 „	32,4 „	82,8 „	64,8 „	90 „	72 „	104,4 „	100,8 „	72 „	54 „	93,6 „	93,6 „
9.	61,2 „	43,2 „	64,8 „	64,8 „	72 „	64,8 „	93,6 „	93,6 „	75,6 „	57,6 „	90 „	90 „
10.	46,8 „	43,2 „	72 „	68,4 „	151 „	72 „	108 „	95 „	75,6 „	46,8 „	97,2 „	93,6 „
Mittelwerthe in Micromillimeter.	55,44	43,92	79,2	68,76	92,18	69,48	100,8	94,46	75,96	55,08	93	86,8

B. Messungen an Nervenzellen der Spinalganglien.

	Fuchs				Ochs			
	Dunkle Zellen		Helle Zellen		Dunkle Zellen		Helle Zellen	
	Länge	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite
1.	79,2 μ	50,4 μ	79,2 μ	79,2 μ	79,2 μ	75,6 μ	54 μ	90 μ
2.	104,4 „	72 „	79,2 „	82,8 „	108 „	90 „	50,4 „	57,6 „
3.	61,2 „	54 „	82,8 „	90 „	100,8 „	90 „	100,8 „	108 „
4.	43,2 „	36 „	79,2 „	100,8 „	108 „	104,4 „	64,8 „	79,2 „
5.	54 „	43,2 „	75,6 „	90 „	115,2 „	115,2 „	57,6 „	80,4 „
6.	64,8 „	54 „	72 „	72 „	108 „	79,2 „	82,8 „	90 „
7.	54 „	36 „	79,2 „	79,2 „	144 „	122,4 „	75,6 „	108 „
8.	54 „	32,4 „	79,2 „	90 „	108 „	100,8 „	72 „	82,8 „
9.	54 „	43,2 „	75,6 „	90 „	75,6 „	68,4 „	39,6 „	72 „
10.	72 „	46,8 „	79,2 „	82,8 «	64,8 „	64,8 „	54 „	72 „
Mittelwerthe	66,08 μ	46,80 μ	78,12 μ	85,68 μ	101,16 μ	91,08 μ	60,16 μ	126,90 μ

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, dass die Variationen der Grösse bedeutender sind bei den chromophilen Zellen. Es überwiegen bei diesen die kleineren Formen, ohne dass indessen die grösseren fehlen.

Vergleichende Messungen am Kalb und am Ochsen zeigen die entsprechenden Verhältnisse auch bei dem jüngeren Thier, jedoch sind sämmtliche Zellen bei letzterem relativ klein.

E. *Form der Zellen.* Die chromophoben Zellen erscheinen in der überwiegenden Mehrzahl der Schnitte kreisrund; beeinflusst wird diess, wo eine besondere Lagerungsbeziehung zu den dunklen Zellen eintritt. Wir finden nämlich — am schönsten beim Pferd — häufig eine helle und eine dunkle Zelle in einer gemeinsamen Bindegewebskapsel nur durch eine ganz dünne Scheidewand getrennt. In solchen Fällen sind beide Zellen gegen einander abgeplattet. Die dunklen Zellen zeigen mannigfaltige Formabweichungen. Sie sind nämlich polygonal oder oblong gestaltet. Die Schnittrichtung ist für das jeweilige Bild von Einfluss, da, wie Isolationspräparate zeigen, es sich vielfach um scheibenförmige Zellkörper handelt. Fortsätze der Zellen sind, wie bekannt, an Schnittpräparaten äusserst selten zu sehen; ganz ausnahmsweise ist es uns gelungen, solche an dem *G. Gasseri* des Pferdes und des Menschen, besser und häufiger am Sympathicus zu sehen. Bei der Seltenheit der entsprechenden Bilder ist es nicht möglich, über etwaige Unterschiede bei hellen und dunklen Zellen in's Reine zu kommen.

F. Das *Protoplasma beider Zellformen* zeigt nicht unwesentliche Verschiedenheiten. Die Granulirung der dunkleren Zellen ist eine gleichmässigere. In den hellen Zellen sind Körnchen spärlicher. *Bei letzteren sieht man an günstigen Präparaten eine durch Helligkeit und Mangel*

grösserer Körnchen ausgezeichnete Randschicht. Eine solche findet sich auch bei den kleineren Mittelformen; sie

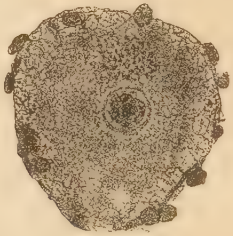

Fig. 2. Aus dem Gangl. Gasseri des Menschen. Merkel'sche Färbung. Heller Rand an einer hellen Zelle mit beginnender Vacuolen-Bildung. Seibert, hom. Immers. $^1/_{12}$ Oc. I.

findet sich nie bei den grösseren, ganz dunkelen Zellen. Das Auftreten von Vacuolen, welches wir später zu besprechen haben, lokalisirt sich mit Vorliebe in diesem hellen Hofe. Die Pigmenteinlagerungen finden sich nicht selten so angeordnet, dass sie aus der granulirten Centralportion in den fast homogenen Hof übergreifen. Die *Sahli'sche* Doppelfärbung mit Säurefuchsin und Methylenblau, hat in einigen Präparaten blassblaue Färbung des Hofes bei rosarother des Hellkörpers ergeben — ein Beweis, dass die scheinbar homogene Zone aus einer spezifischen, tinktionsfähigen Materie besteht. An günstigen Präparaten haben wir uns noch überzeugt, dass zwischen dem blauen Hofe und der Kapsel durch Schrumpfung der Zelle ein lichter Spaltraum zu Stande kommen kann.

G. Die *Kerne zeigen einen ausgesprochenen Gegensatz zwischen den extremen Formen beider Zellarten.* Die am frischen Präparate beschriebenen Verhältnisse wiederholen sich an dem gehärteten in der Weise, dass in den chromophoben Zellen durchwegs runde, bläschenförmige, scharf umgrenzte Kerne mit einem oder zwei grossen

Nucleolen und deutlicher Granulirung sichtbar sind, während in den ganz dunklen Zellen ovale oder birnförmige Kerne mit gleichmässig granulirtem oder fast homogenem Inhalte und leicht gezähnter Umgrenzung liegen. Die Kerne der kleineren Mittelformen gleichen jenen der hellen Zellen. Durchwegs ist es *nicht das Karmin, sondern Indigcarmin oder Hämatoxylin, welche mit Vorliebe den Chromatinbestandtheilen der Kerne anhaften.* Ueberall ist die Substanz der ovalen und birnförmigen Kerne durchaus gefärbt, während in den bläschenförmigen Kernen nur einige Granula und Nucleolen die Farbe annehmen. Wir haben somit dunkle Zellen mit intensiv gefärbtem Kern und helle oder halbdunkle Zellen mit hellem Kern. *Bemerkenswerth ist die grosse Neigung des Protoplasma's zur Aufnahme von Farbstoffen, welche anderwärts spezifische Kernfärbemittel darstellen.* Speziell können wir diess bezüglich des Hämatoxylin in *Delafield*'scher Lösung und des Gentianaviolett konstatiren.

H. *Pigmenteinlagerungen* finden sich sowohl in den hellen als in den dunklen Zellen bei alten Thieren. Wo

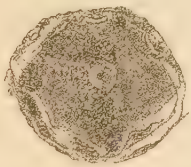

Fig. 3. Aus einem Spinal-Ganglion des Menschen. Dunkle Zelle mit Pigment. *Weigert*'sche Färbung. Seibert, Syst. V. Oc. I.

irgend das Pigment reichlicher ist, tritt es als eine zusammenhängende Masse auf, die je nach der Schnittrichtung scheiben- oder halbmondförmig erscheint, die ferner, wie bereits erwähnt, aus dem centralen Theil in

den lichten Hof der hellen und der halbdunklen Zellen übergreifen kann.

I. *Vacuolenbildung in den Nervenzellen.* An Präparaten grösserer wie an solchen kleinerer Thiere, welche nicht bald nach dem Tode in die Härtungsflüssigkeit gelangt sind, treffen wir häufig die Zellen zackig geformt und frei in der Kapsel gelegen. Diese Loslösung von der Kapsel betrifft hauptsächlich die dunklen, weit weniger die hellen Zellen. Sie kommt zu Stande durch das Auftreten von Vacuolen im Randtheile der Zelle; durch dasselbe wird der Zellkörper von der Kapsel abgelöst in der Weise, dass zuweilen an der Kapsel eine dünne Protoplasmaschicht haften bleibt. In Ausnahmsfällen kann sich

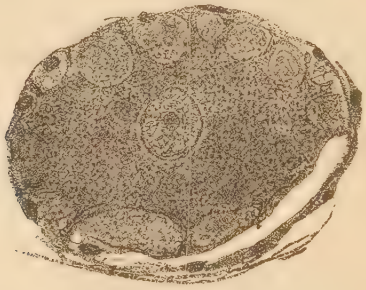

Fig. 4. Aus dem Ganglion Gasseri des Kalbes. *Merkel*'sche Färbung. Grosse dunkle Zelle mit hellem Kern. Vacuolenbildung und Ablösuug der Randschicht von der Kapsel. Seibert, hom. Immers. $^1/_{12}$ Oc. I.

die letztere nachträglich ablösen; man kann dann den Zellkörper darin wie in einer Hülse gelagert finden; die Septa zwischen den Vacuolen erscheinen als Fortsätze, welche die Zellen mit ihrer Hülse verbinden. Nie sind die chromophoben Zellen in so starkem Masse von der Retraktion getroffen wie die Anderen.

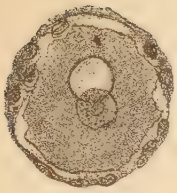

Fig. 5. Aus einem Sp.-Ganglion des Ochsen. Dunkle Zelle. Centrale Vacuole. Seibert homog. Immers. $^1/_{12}$. Oc. I.

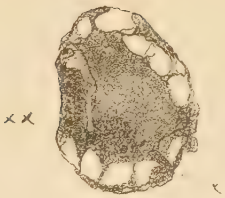

Fig. 6. Aus dem Gangl. Gasseri des Menschen. Abschnitt einer dunklen pigmenthaltigen Zelle. * Fortsatz. ** Scheinbar abgetrennter Theil derselben Zelle. Vacuolen. Seibert. V. Oc. I.

Centrale Vacuolen-Bildung haben wir nur in einigen wenigen Zellen, jedes Mal in Form einer einzigen Vacuole gesehen. Im Sympathicus des Pferdes haben wir einige Male von zwei scheinbar an einander gelagerten Zellen, die eine in ein vollständig von Vacuolen durchsetztes Netz aufgelöst gefunden; ob es sich dabei um eine zweite Zelle handelt oder um ein ungleiches Aussehen beider Hälften einer Zelle, ist indessen nicht mit Sicherheit festzustellen.

Kritik.

Ueberblicken wir unsere Befunde, so zeigen dieselben überall gleichmässig eine Reihe von Differenzen in der Zellstruktur, welche wir wohl als den Ausdruck präformirter Verschiedenheiten aufzufassen berechtigt sind. Die Ungleichheit der Zellen kann nicht beruhen auf einer postmortalen Veränderung. Wir finden dieselbe am absolut frischen Material, wir finden sie auch an unmittelbar nach dem Tode in Osmiumsäure fixirten Objekten; die Zeit, welche nach dem Tode verflossen ist, übt keinen Einfluss auf das Mengenverhältniss beider Zellformen. Auch

schliessen die eben angeführten Gründe eine ursächliche Bedeutung der Einwirkung von Reagenzien oder kadaverösen Veränderungen für den Nachweis zweier Zellformen aus. Es ergeben uns die Untersuchungen noch weitere positive Anhaltspunkte für die physiologische Existenz jener Differenzen durch den Nachweis einer innerhalb gewisser Grenze constanten Proportion zwischen beiden Zellformen an verschiedenen Orten. Man konnte anfangs daran denken, dass vielleicht die Schrumpfung der Zellsubstanz, die sich am stärksten da, wo Vacuolen am reichhaltigsten auftreten, zeigt, auf die Tinktionsfähigkeit einen Einfluss übe. Da aber gerade die frischesten Präparate, in welchen Schrumpfungen überhaupt noch nicht stattgefunden haben, die Differenzen am besten zeigen, so kann jener Einwand auf unsere Präparate kaum Anwendung finden. *Kreyssig* hat geglaubt, dass der Erhärtungsmethode eine ursächliche Bedeutung zukommen könne. Wir haben bei Anwendung verschiedener Härtungsmethoden stets das gleiche Resultat erzielt. Wenn *Kreyssig* bei sehr langsamer Einwirkung des Alkohols auf die mit *Müller*'scher Lösung behandelten Präparate die Differenz weniger ausgesprochen fand, so kann das wohl daran liegen, dass bei dieser allmäligen Erhärtung nachträgliche chemische Veränderungen in dem Untersuchungsmaterial eingetreten sind, dass vielleicht gewisse Substanzen extrahirt worden sind oder sich durch Diffusion in das umgebende Gewebe ausgebreitet haben, welche auf anderem Wege in der Zelle fixirt bleiben[1]).

Wir konstatiren also in der verschiedenen Tinktionsfähigkeit der Zellen in den peripheren Ganglien den Aus-

[1]) Vrgl. hierzu *Flesch* und *Koneff*. Neurologisches Centralblatt 1886, 1. April.

druck chemischer Unterschiede, welche auf eine während des Lebens vorhandene Ungleichheit der Nervenzellen hinweisen. Anders steht es mit den oben mitgetheilten Beobachtungen über Vacuolenbildung in den Nervenzellen. Für sie haben wir feststellen können, dass sie besser am nicht ganz frischen Präparate zur Erscheinung kommt. Den besten Beweis hiefür lieferten uns die zum Zwecke vergleichender Zählung hergestellten Präparate symmetrischer Ganglien des Kaninchens, von welchen das eine jedesmal frisch, das andere erst acht Stunden später in die *Müller*'sche Flüssigkeit gebracht wurde. Hier war die Vacuolenbildung unverhältnissmässig deutlicher im zweiten Präparat als in dem ersten, wo sie nur vereinzelt und in geringem Masse zu sehen war. Dass gewisse Strukturverhältnisse der Zellen für das örtliche Auftreten dieser Leichenerscheinungen massgebend sind, kann allerdings nicht bezweifelt werden. Wir haben hervorgehoben, dass die Vacuolen weitaus am häufigsten im Randtheile der Zellen auftreten; wir haben weiter gezeigt, dass dieser Randtheil an manchen Zellen eine chemisch und optisch nachweisbare Verschiedenheit von dem centralen Theile des Zellkörpers besitzt.

Individuelle Verhältnisse mögen das Auftreten der Vacuolen begünstigen. Die Thierart kann von Einfluss sein. Unser sehr frisches Material vom Kalbe und vom Ochsen zeigt dieselben reichlicher als von irgend einem anderen Thier entnommene Objekte. Wir halten es nicht für unmöglich, dass die bei Intoxikationen eintretenden Veränderungen der Körpersäfte die Entstehung der Vacuolen begünstigen[1]), aber deren Existenz intra vitam bei

[1] Zu Vergiftungsversuchen benutzte, überhaupt nach längerem operativen Eingreifen getödtete Thiere sind überhaupt nach den

vergifteten Thieren ist bis jetzt durch nichts erwiesen. *Schulz*[1]) scheint der Einwirkung der Conservirungsflüssigkeiten ein gewisses Gewicht beizulegen. Unsere Resultate haben konstatirt, dass bei vollständig gleicher Behandlung das weniger frisch in Erhärtungsflüssigkeiten gelangte Objekt mehr zur Vacuolenbildung neigt als das Controlpräparat. Diess schliesst nicht aus, dass bei denselben Objekten in gleich frischem Zustande Vacuolenbildung bei Einwirkung eines bestimmten Härtungsmittels ausbleibt, in einem andern eintritt. Die Verschiedenheit der Diffusionsgeschwindigkeit jener Lösungen, die ungleiche Kraft, mit welcher sie die Albuminate der Zellsubstanz zur Coagulation bringen, mögen hier in Betracht zu ziehen sein, um von Fall zu Fall die Erklärung zu finden.

Die Verbreitung der uns beschäftigenden Verschiedenheiten im Nervensysteme der Säugethiere bedarf noch weiter gehender Untersuchungen. Analoge Verschiedenheiten in der Tinktionsfähigkeit der Zellen sind wie schon oben erwähnt, auch im Rückenmarke und im Kleinhirn konstatirt worden. Wir können diess auf Grund eigener Anschauung an Präparaten von der Katze, vom Bären und vom Menschen konstatiren. Aus im Gange befindlichen Studien im anatomischen Laboratorium der Berner Thierarzneischule können wir anticipirend mittheilen, dass in der Medulla oblongata der Katze eine Lokalisation in der Differenzirung in dem Sinne stattfindet, dass gewisse Kerne überwiegend helle, andere fast ausschliess-

---

Erfahrungen von Hrn. Prof. *Flesch* für histologische Zwecke darum nicht immer zu brauchen, weil kadaveröse Veränderungen hier rascher auftreten.

[1]) *Schulz*. Ueber artificielle, kadaveröse und pathologische Veränderungen des Rückenmarkes. Neurologisches Centralblatt, Nr. 23—24, 1883.

lich dunkle Zellen aufweisen. Diese Thatsache, deren hohe Bedeutung noch in anderer Hinsicht zu diskutiren sein wird, ergänzt übrigens die gegen die Artefact-Natur der Tinktionsverschiedenheiten vorgebrachten Argumente. Es wäre absolut unverständlich, dass eine postmortale zufällige Veränderung sich genau an circumscripten, symmetrisch gelegenen Stellen in ganzen Serien mehrere Quadratcentimeter grosser Schnitte fände.

Nachdem wir festgestellt haben, dass die verschiedene Tinktionsfähigkeit der Nervenzellen in den Spinalganglien auf normale physiologische Unterschiede derselben zurückzuführen sei, müssen wir die Bedeutung dieses Unterschiedes einer kurzen Erörterung unterziehen. Unzweifelhaft ist es, dass hier wichtige chemische Vorgänge in Betracht kommen, welche an der absterbenden Zelle ablaufen. Am besten demonstrirt werden uns dieselben an der Einwirkung der Osmiumsäure. Die schnellere Reduktion derselben in der einen Zellform bedarf allerdings noch der Erklärung; es könnte sich aber auch bloss um ein grösseres Sauerstoff-Bedürfniss der sich schwärzenden chromophilen Zellen handeln. Wir haben, von der letzteren Hypothese ausgehend, einige Versuche angestellt, der Art, dass wir nach längerer intensiver Reizung peripherer Nerven mittelst des induzirten Stromes die zugehörigen Ganglien untersucht und mit den entsprechenden Präparaten der Ganglien der nicht gereizten Seite verglichen haben. Die Ergebnisse der äusserst mühevollen Arbeit — es mussten die betreffenden Ganglien in Serien feiner Schnitte zerlegt werden, von welchen jeder einzelne die komplizirte Prozedur der *Weigert*-Färbung zu durchlaufen hatte — sind zur Zeit noch nicht abgeschlossen. Wir glauben allerdings beobachtet zu haben, dass eine relative Vermehrung der dunklen Zellen stattgefunden habe, müssen

indessen unser Urtheil noch zurückhalten, bis die dem Abschlusse nahen weiteren Versuchsergebnisse vorliegen.

Bei der Beurtheilung unserer Befunde müssen, ehe wir eine physiologische Folgerung zu ziehen versuchen, gewisse morphologische Verhältnisse noch in Betracht gezogen werden.

Wie es scheint, tritt im Laufe der Entwicklung eine Verschiebung der Mengenverhältnisse beider Zellen ein; wie diese Verschiebung aufzufassen ist, werden wir erst dann feststellen können, wenn wir in ausgedehnterem Masse als bisher die embryonalen Verhältnisse erforscht haben werden. Die grössere, also der Wahrscheinlichkeit nach in der Entwickelung am weitesten vorgeschrittene Zellform schien bei dem jungen Thiere zu überwiegen. Im embryonalen Zustande ist sie nur ganz spärlich vorhanden. Dieser Widerspruch ist indessen vielleicht nur ein scheinbarer. Wir haben fortdauernd darauf hingewiesen, dass auch beim erwachsenen Thiere Zwischenformen bestehen, dass uns sogar eine isolirte Zählung derselben möglich war. Da beim Embryo die Differenz überhaupt nicht so ausgesprochen war wie beim erwachsenen Thier, so erscheint die Annahme recht wohl zulässig, dass die beim Embryo als dunkel bezeichneten Zellen wesentlich der Mittelform des erwachsenen Thieres und nicht der extrem dunklen Form entsprechen. Wir sind mithin geneigt in den dunklen Zellen beim Embryo und in der Uebergangsform beim erwachsenen Thier ein indifferentes Entwicklungstadium zu sehen, aus welchem sich die extremen Zellformen ableiten. Damit wird noch eine andere unserer Beobachtungen in Einklang zu bringen sein. Gerade bei den dunkelsten Zellen haben wir auf die homogene der Reticulirung entbehrende Beschaffenheit der Kerne hingewiesen. Dieselbe passt vollständig in den

Rahmen dessen, was *Pfitzner* [1]) neuerdings über die Senescenzerscheinungen der Kerne geschrieben. Die Vermuthung liegt nahe, dass hiernach jene dunkelsten Zellformen als von Altersveränderungen betroffen aufzufassen seien.

Im Lichte der vorstehenden Erörterung gewinnt nun allerdings der Befund durch verschiedene Tinktionsfähigkeit unterschiedener Nervenzellen eine äusserst komplizirte Gestalt. Es liegt auf der Hand, dass hier Wachsthums- und Involutionsstadien sowie funktionelle Veränderungen, in die auf eine physiologische Verschiedenheit hinweisende Polymorphie der Nervenzellen, die sich in der verschiedenen Tinktionsfähigkeit manifestirt, eingreifen. Unsere Methoden reichen bis jetzt noch nicht aus, um zu entscheiden, welchen der in Betracht kommenden Einflüsse das in jedem Falle beobachtete spezifische Aussehen der Zelle zuzuschreiben sei. Immerhin kann das eine betont werden: falls überhaupt, wie doch wohl allgemein angenommen wird, den Kernen grauer Substanz in der Medulla oblongata eine verschiedene physiologische Werthtigkeit zuzuschreiben ist, so muss auch auf Grund der mitgetheilten Beobachtungen über die Medulla oblongata der Katze eine ungleiche physiologische Bedeutung der in jenen Kernen ungleich vertheilten Nervenzellen angenommen werden. Ein Grund, wesswegen wir die analogen mikroskopischen Vorgänge an den Spinalganglien nicht in gleicher Weise wie jene in der Medulla oblongata deuten sollen, liegt nicht vor. Aber auch unsere eigenen Beobachtungen an den peripheren Ganglien ergeben (und vielleicht sogar in exakterer Weise) die Nothwendigkeit

[1]) *Pfitzner, W.* Zur pathologischen Anatomie des Zellkerns. *Virchow's* Archiv für patholog. Anatomie u. s. f., 103. Band, S. 275.

eine solche physiologische Verschiedenheit anzunehmen. Der Nachweis einer konstanten Differenz zwischen dem Ganglion *Gasseri* und den Spinal-Ganglien erscheint uns als zwingendes Argument für die Annahme, dass hier eine tiefere Ursache als die von Anderen vermutheten kadavrösen Veränderungen vorliege. Wir können uns keine andere, denn eine physiologische Verschiedenheit der untersuchten Organe als Ursache der so konstanten morphologischen Differenzen vorstellen.

Analoge Verschiedenheiten der mikrochemischen Beschaffenheit an anderen Organen haben sich stets auf physiologische Differenzen zurückführen lassen. So z. B. die von *Grützner*[1]) neuerdings behandelte Differenz der Muskelstruktur, so auch die von *Ehrlich*[2]) beschriebenen Formen der Leukocyten, wie sie sich auf Grund ihres verschiedenen Verhaltens zu gewissen Farbstoffen, wie z. B. zum Eosin darstellen lassen.

Für das Nervensystem existirt bis jetzt, von den oben citirten Hypothesen *Mauthner*'s[3]) abgesehen, nur eine Angabe *Löwe*'s[4]) über verschiedene Tinktionsfähigkeit sensibler und motorischer Nerven, welche bis jetzt noch von keiner Seite bestätigt ist, wenn auch ein Zweifel an der

---

[1]) *Grützner P.* Zur Anatomie und Physiologie der quergestreiften Muskeln. Recueil zoolog. suisse, I. Bd. S. 665.

[2]) *Ehrlich P.* Methodologische Beiträge zur Physiologie und Pathologie der verschiedenen Formen der Leukocyten. Arch. f. klin. Med. Bd. I, Heft. 3 und Verhandlungen der physiolog. Gesellschaft zu Berlin, 1878/79, Nr. 20, citirt nach *Hoffmann Schwalbe's* Jahresbericht der Anatomie f. d. J. 1880, S. 30.

[3]) Vergl. S. 4, Anm. 1.

[4]) *Löwe L.* Methode zur Herstellung von Präparaten, welche den Unterschied im Bau der motorischen und der sensiblen Nerven demonstriren und welche in Folge dessen geeignet sind, den Faserverlauf im peripheren Nervensystem erkennen zu lassen. Zool. Anzeiger, III. Jahrg., 1880, S. 503.

Thatsache nicht laut geworden ist. Dagegen zeigen die Untersuchungen von *Ehrlich*[1]) einerseits, *Lieberkühn*[2]) und *Edinger*[3]) andererseits, dass schon im lebenden Nervengewebe chemische Differenzen bestehen. Unsere Beobachtungen dürfen vielleicht einen bescheidenen Beitrag zur Vermehrung unserer Kenntnisse der chemischen Verschiedenheiten des Nervengewebes bilden.

Der Zukunft mag es vorbehalten bleiben, zu entscheiwelcher Art jene Verschiedenheiten seien.

Resultate.

Die Ergebnisse unserer Untersuchung lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

I. In den Spinalganglien der Säugethiere existiren nach ihrer Struktur und mikrochemischen Beschaffenheit verschiedene Zellformen.

II. Im Ganglion *Gasseri* finden sich dieselben Zellformen wie in den Spinal-Ganglien.

III. Das Mengenverhältniss beider Zellformen an verschiedenen Orten zeigt konstante Verschiedenheiten.

IV. Neben den charakteristischen extremen Zellformen finden sich solche, welche wahrscheinlich die gemeinsame Grundlage der als chromophile und chromophobe unterschiedenen Zelltypen darstellen.

V. Das mikroskopische Bild der Nervenzellen in den peripheren Ganglien und die Unterscheidung jener Zell-

---

[1]) *Ehrlich P.* Ueber die Methylenblaureaction der lebenden Nervensubstanz. Deutsche mediz. Wochenschrift Nr. 4, 1886 (Separatabdruck).

[2]) *Lieberkühn.* Ueber die Einwirkung von Alizarin auf die Gewebe des lebenden Körpers. Marburger Sitzungsb. 1874, p. 33.

[3]) Citirt nach *Ehrlich.* Der Ort der Original-Mittheilung ist uns nicht bekannt.

formen wird durch Entwicklungs-, Senescenz- und vielleicht Funktions-Veränderungen beeinflusst.

VI. Die Polymorphie der Nervenzellen hängt wahrscheinlich mit Funktionsverschiedenheiten zusammen.

Zuletzt sei es mir noch gestattet, Hrn. Prof. Dr. *Max Flesch* für seine stetige Mitwirkung, die er mir während der Ausführung dieser Arbeit zu Theil werden liess, meinen besten Dank auszusprechen.

Bern, 15. Mai 1886.